

---

**УДК 001.891.3:65.012.1****Ю.Ю. Капшитар, гр. ЕЕ-15, М.В. Кубкін, викл., В.П. Солдатенко, викл.***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## **Винаходи Ніколи Тесли та роль дослідника у становленні електротехніки як науки**

У статті систематизовано основні винаходи Ніколи Тесли, визначена роль дослідника у становленні електротехніки як науки, виокремлено напрями досліджень, які потребують подальшого розвитку.

**електротехніка, трансформатор Тесли, котушки Тесли, башта Тесли**

Електротехніка – це наука про процеси, пов’язані з практичним застосуванням електричних та магнітних явищ у різних галузях національної економіки, одна з перших сфер техніки, що виникла внаслідок практичного застосування винаходів «чистої» науки [1; 2, с. 343]. Як і будь-яка інша прикладна наука, електротехніка має теоретичну базу. Виходячи з цього можна стверджувати, що провідне місце в системі підготовки сучасного інженера-електрика займає навчальна дисципліна «Теоретичні основи електротехніки», яка вивчає відповідні явища, закони, методи розрахунків і досліджень. В свою чергу, результати експериментальних досліджень аналізуються, систематизуються, узагальнюються. На цій основі устанавлюються закони, а також причинно-наслідкові зв’язки між окремими явищами. Історії розвитку електротехніки в Україні присвячено значну кількість досліджень і публікацій. Так, вагомим є внесок у розвиток електротехніки як науки А.М. Міляха, С.І. Кірпатовського, О.Д. Симоненка, К.М. Поливанова, які дослідили основні центри електротехнічної освіти і науки України, розглянули етапи становлення електротехніки, систематизували перспективи розвитку теоретичних основ електротехніки [3; 4; 5]. Дослідження історії становлення електротехніки як науки свідчить про її взаємодію з іншими науками. Погоджуємося з думкою О.Є. Тверитникової, що «досягнення в галузі електротехніки базується на застосуванні

фізичних законів про електрику і магнетизм до процесів, які проходять в електричних пристроях, математичному опису цих процесів, які пов'язані з конкретними практичними задачами. Основні положення вищої математики і фізики стають теоретичною базою для інженерної діяльності» [6]. Отже, теоретичні основи електротехніки були сформовані на початку ХХ ст. з розділів фізики та математики [7, с. 71].

Безперервне розширення сфери використання електричної енергії спричинює необхідність подальшого нарощування енергоозброєності праці, поширення автоматизації виробничих процесів та використання автоматизованих систем управління. Це потребує поглибленого вивчення здобутків та дослідження внеску окремих науковців у розвиток теоретичних основ електротехніки. Зокрема, досить вагомим є внесок у розвиток електротехніки як науки відомого дослідника сербського походження, який народився та виріс в Хорватії (Австро-Угорщині), Ніколи Тесли.

Метою даної статті є систематизація основних винаходів Ніколи Тесли, визначення його ролі у становленні електротехніки як науки.

Для досягнення поставленої мети у процесі дослідження виокремлено такі основні завдання: дослідити здобутки науковця із зазначенням часових проміжків їх виникнення; виокремлення досягнень Ніколи Тесли, які потребують подальшого вивчення з цілью їх подальшого впровадження.

Об'єктом дослідження є наукові здобутки Ніколи Тесли.

Нікола Тесла (10.07.1856 р. – 07.01.1943 р.) – відомий винахідник у сфері електро- та радіотехніки сербського походження. Науковець широко відомий завдяки своєму внеску у створення пристроїв, які працюють на змінному струмі, багатофазних систем, синхронного генератора і асинхронного електродвигуна, що дозволили здійснити так званий другий етап промислової революції. Також він відомий як прихильник існування ефіру завдяки своїм численним дослідом і експериментам, які мали на меті показати наявність ефіру як особливої форми матерії, що піддається використанню в технічних цілях. Іменем Н. Тесли названа одиниця вимірювання щільності магнітного потоку (магнітної індукції). Серед багатьох нагород вченого - медалі Е. Крессона, Дж. Скотта, Т. Едісона. Сучасники-біографи вважають Теслу «людиною, яка винайшла ХХ століття» і «святим заступником» сучасної електрики [8].

Після демонстрації радіо і перемоги в «Війні струмів» Тесла отримав визнання як видатний інженер-електротехнік і винахідник. Ранні роботи науковця проклали шлях сучасній електротехніці, а його відкриття раннього періоду мали інноваційне значення. У США за популярністю Тесла міг конкурувати з будь-яким винахідником або вченим в історії і популярній культурі [8].

Зокрема, у 1882–1884 рр. Нікола Тесла працював у Парижі в Континентальній компанії Едісона, де й створив діючу модель індукційного генератора змінного струму. З 1884-го року Тесла переїхав до Нью-Йорку, де також працював спочатку в компанії Едісона, досягнувши великих успіхів. Через рік звільнився через розходження в поглядах із відомим винахідником (Едісон був прихильником використання постійного струму, а Тесла вважав, що майбутнє за змінним струмом). Згодом він співпрацював із компанією Westinghouse Electric відомого промисловця Джорджа Вестінгауза, де міг реалізувати свої ідеї. Вестінгауз викупив у Тесли понад 40 патентів (пересічно по 25 тисяч доларів за кожен). 1888-го науковець відкрив явище обертального магнітного поля, на основі чого побудував електрогенератори надвисокої частоти. 1891-го він сконструював пристрій (трансформатор Тесли) на базі трансформатора, включеного в коливні контури, що працювали в резонансному режимі, який дозволяв отримувати високочастотні коливання надвисокої напруги. У 1895-му Westinghouse Electric запустила в дію найбільшу у світі Ніагарську ГЕС із потужними генераторами Тесли, а в 1896 р. досліднику вдалося передати радіосигнал на відстань 48 км. У 1899 р. науковець створив у Колорадо-Спрінгс лабораторію для вивчення електричного потенціалу Землі. Відповідні спостереження підштовхнули дослідника до думки про можливість бездротового передавання електроенергії на значні відстані. 1899-го Тесла публічно продемонстрував газорозрядні лампи і електродвигуни, що працювали на високочастотному струмі без дротів. Упродовж 1900–1905 років була спроба з боку дослідника створити Всесвітню станцію бездротової передачі енергії на Лонг-Айленді (проект «Ворденкліф» — Wardencllyffe). Після відмови Джона П. Моргана фінансувати проект, роботи були припинені, а збудовану вежу американський уряд підірвав 1917-го року [9; 10].

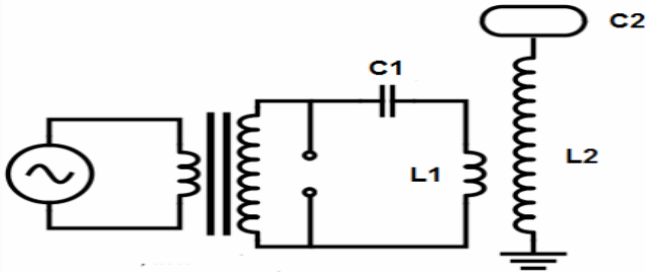
11 липня 1934 року газета The New York Times помістила на першій сторінці наступний заголовок: «78-річний Тесла відкрив

промені смерті!». Як стверджував вчений, мова йшла про створення потоку частинок такої потужності, що він міг би збити повітряний флот з 10000 ворожих літаків на відстані 300 км. Проте доказів свого винаходу дослідник так і не представив, а легенда про «промені смерті» надовго пережила свого творця.

У відомого винахідника були дві секретні лабораторії. Так, ще в 1899 р. Нікола Тесла організував лабораторію в американському штаті Колорадо, щоб проникнути в таємниці високо-частотної електрики. В результаті одного зі своїх експериментів винахіднику вдалося створити 30-метрову електричну арку між двома металевими прутами. При цьому не витримав генератор електричної компанії, і все містечко Колорадо Спрінгс опинилося у північній темряві. Там же Тесла зробив своє найвидатніше, на його думку, відкриття щодо існування земних стаціонарних хвиль, за допомогою яких можна провести електричну енергію через саму Землю на певних частотах. Завдяки такому відкриттю вченому вдалося запалити без проводів 200 лампочок на відстані 40 км. Друга секретна лабораторія з'явилася пізніше на острові Лонг-Айленд, неподалік від будинку Тесли в Манхеттені. Її особливістю стала гігантська бездротова телекомунікаційна вежа, за допомогою якої винахідник мав намір передавати енергію через всю планету. За однією з версій, знаменитий Тунгуський феномен стався в результаті одного з експериментів Тесли в його лабораторії на Лонг-Айленді [9; 10].

Відомим є і так званий Філадельфійський експеримент, в результаті якого у відкритому морі зник корабель, який потім матеріалізувався в зовсім іншому місці. За іншою, більш реалістичною версією, мова йде про зникнення судна з екрану радарів. Сучасні технології дозволяють це зробити, наприклад, використовуючи спеціальні покриття з кевлара, які поглинають електромагнітну енергію, роблячи об'єкти невидимими для радарів. Філадельфійський експеримент пов'язують з іменами Нікола Тесли і Альберта Ейнштейна, в першу чергу через знамениту фотографію, зроблену в Нью-Джерсі 23 квітня 1921 року, на якій обидва вчених стоять поруч під час відкриття нової трансатлантичної радіостанції.

Трансформатор Тесли включає в себе вхідний трансформатор, котушку індуктивності, яка складається з двох обмоток – первинної та вторинної, розрядник (переривач), конденсатор, тороїд (використовується не завжди) та термінал («вихід») (рис. 1) [8].



C1 – конденсатор; L1 – розрядник, первинна обмотка; C2 – «вихід»;  
L2 – вторинна обмотка

Рисунок 1 - Схема трансформатора Тесли [8]

Вторинна обмотка трансформатора виготовляється з дроту в ізоляції, який укладається за принципом «виток до витка» в один шар на порожнистий циліндричний каркас. Після намотування її покривають епоксидною смолою або лаком. Первинна обмотка трансформатора виготовляється з дроту, вона містить зазвичай від 2 до 10 витків, і укладається в форму плоскої спіралі, або намотується на циліндричний каркас діаметром трохи більшим, ніж у вторинний. Висота первинної обмотки, як правило, не перевищує 1/5 висоти вторинної. Ємність тороїду повинна бути такою, щоб резонансній частоті вторинного контуру відповідала б довжина проводу вторинної обмотки так, що ця довжина дорівнювала б чверті довжини хвилі. Для точного розрахунку котушок Тесли застосовується спеціальна програма (VcTesla або inca). До первинної обмотки підбирається високовольтний конденсатор (його ємність разом з індуктивністю первинної обмотки має утворювати коливальний контур, власна частота якого повинна дорівнювати резонансній частоті вторинного контуру). Як правило, беруть близький по ємності конденсатор, а налаштування здійснюють шляхом підбору витків первинної обмотки.

У канонічному розумінні суть роботи трансформатора Тесли полягає у наступному: конденсатор первинного контуру заряджається від відповідного джерела високої напруги, потім він з'єднується комутатором з первинної обмоткою, і так повторюється багато разів в секунду. В результаті кожного циклу комутації виникають затухаючі коливання в первинному контурі. Але первинна котушка є для вторинного контуру індуктором, тому електромагнітні коливання збуджуються відповідно і у вторинному контурі. Оскільки вторинний

контур налаштований в резонанс з первинними коливаннями, то на вторинній обмотці виникає резонанс напруг, а значить коефіцієнт трансформації (співвідношення витків первинної обмотки і охоплених нею витків вторинної обмотки) потрібно помножити ще й на  $Q$  - добротність вторинного контуру, тоді вийде значення реального співвідношення напруги на вторинній обмотці до напруги на первинній. А так як довжина дроту вторинної обмотки дорівнює чверті довжини хвилі індукованих в ній коливань, то саме на тороїді буде знаходитися пучність напруги (а в точці заземлення - пучність струму), і саме там може мати місце максимально ефектний пробій. Для живлення первинного ланцюга використовують різні схеми, від статичного іскрового проміжку (розрядника) з живленням від мотовила (МОП - високовольтний трансформатор від мікрохвильової печі) до резонансних транзисторних схем на програмованих контролерах з живленням випрямленою мережевою напругою. Суть від цього не змінюється [8-10].

Найпоширенішими типами котушок Тесли є: 1) SGTC (СГТЦ, Spark Gap Tesla Coil) – трансформатор на іскровому проміжку (класична конструкція. Трансформатори цього типу виготовляють, якщо потрібна лише велика довжина стримера, і не важлива ефективність); 2) VTTC (ВТТЦ, Vacuum Tube Tesla Coil) – трансформатор на електронній лампі (як комутуючий елемент тут використовується потужна радіолампа. Даний тип живлення найчастіше використовують для побудови високочастотних котушок); 3) SSTC (ССТЦ, Solid State Tesla Coil) – трансформатор, в якому в якості ключового елемента застосовуються напівпровідники (зазвичай, IGBT або MOSFET транзистори. Даний тип трансформаторів може працювати в безперервному режимі); 4) DRSSTC (ДРССТЦ, Dual Resonant Solid State Tesla Coil) – трансформатор з двома резонансними контурами (в якості ключів використовуються, як і в SSTC, напівпровідники. ДРССТЦ - найбільш складний в управлінні і налаштуванні тип трансформаторів Тесли) [8].

Слід зазначити, що трансформатор Тесли має широку сферу практичного застосування. Так, напруга на вторинній обмотці трансформатора може досягати мільйонів вольт, внаслідок чого формується ефективне джерело надвисокої напруги. Винахідник розробляв свою систему для передачі електроенергії на значні відстані без проводів, використовуючи провідність верхніх повітряних шарів

атмосфери. Також передбачалася наявність приймального трансформатора аналогічної конструкції, який би знижував прийняту високу напругу до прийнятного для споживача значення, про що свідчить патент Тесла №649621. Крім того, на особливу увагу заслуговує характер взаємодії трансформатора з навколишнім середовищем. Так, вторинний контур є відкритим, система термодинамічна і не є ізольованою (відкрита система). Сучасні дослідження в цьому напрямку ведуться багатьма дослідниками, і крапка на цьому шляху ще не поставлена.

Відомим винаходом винахідника є Башта Тесли, яка, за його власним твердженням, могла передавати електроенергію на значні відстані без застосування електродротів (рис. 2).



Рисунок 2 - Башта Тесли [8]

Нажаль це наукове дослідження так і не здобуло свого подальшого розвитку, а отже потребує подальшого вивчення сучасними науковцями.

Отже, Нікола Тесла був геніальним вченим свого часу, який вніс вагомий внесок у розвиток електротехніки як науки. Можна стверджувати, що Тесла випереджав час, адже його винаходи підтверджуються наявними доказами, що ідеї науковця дійсно працюють і втілюються у життя.

### Список літератури

1. Сиднеев Ю.Г. Электротехника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mgplm.org/publ/1-1-0-4>.
2. Бернал Дж. Наука в истории общества: – М.: Изд-во ин. лит-ры, 1956. – 735 с.

3. Милях А.Н., Кирпатовский С.И. Из истории становления и развития теоретических основ электротехники на Украине // Теоретическая электротехника: Сб. науч. тр. – Вып. 3. – Львов: изд-во Львов. ун-та, 1967. – С. 3–15.
4. Симоненко О.Д. Электротехническая наука в первой половине XX века. Монография. – М.: Наука, 1988. – 144 с
5. Поливанов К. М. Развитие теоретической электротехники // Очерки по истории энергетической техники СССР. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1956. – 48 с.
6. Тверитникова О.Є. Основні етапи становлення і розвитку теоретичних основ електротехніки в Україні (перша половина XX століття) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kpi.kharkov.ua/archive>.
7. История энергетической техники СССР Т. 2. / А.Г. Александров, И.С. Аронович, М.А. Бабилов и др. / Под ред. Л.Д. Белькинд. – М.: Л.: Госэнергоиздат, 1957. – 728 с.
8. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
9. Арсенов О. О. Никола Тесла: засекреченные изобретения / О.О. Арсенов. – М.: Эксмо, 2010. – 208 с.
10. Колорадо-Спрингс. Дневники. 1899-1900 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.klex.ru/guz>.

Одержано 18.05.17

## УДК 519.72

**Л.В.Рибакова**, доцент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## Інтелектуальні системи автоматизованого контролю стану біооб'єктів

Розглянуті найбільш перспективні інтелектуальні системи для контролю стану біооб'єкта, як багаторівневої системи керування, у процесі його життєдіяльності, з метою негайного виявленні порушень життєво важливих функцій для своєчасного вживання заходів до їхньої нормалізації, а також для керування зовнішніми впливами. **автоматизований контроль стану біооб'єктів; збір і обробка інформативних параметрів; експрес-діагностика; багаторівнева структура керуючих систем**

**Актуальність теми.** Рішення задачі автоматизованого контролю стану біооб'єктів (БО) для своєчасного виявлення порушень життєво

© Л.В.Рибакова, 2017